




## Process for the recovery of zinc, copper and cadmium in the leaching of zinc calcine

**Patent number:** FI54810B  
**Publication date:** 1978-11-30  
**Inventor:** RASTAS JUSSI KALEVI; BJOERKQVIST LARS-GOERAN; GISLER RAIJA-LEENA; LIUKKONEN SIMO SAKARI  
**Applicant:** OUTOKUMPU OY (FI)  
**Classification:**  
- **international:** C22B15/00; C22B15/00; (IPC1-7): C22B19/22  
- **europaen:** C22B15/00B2B; C22B15/00L2A4; C22B17/04; C22B19/22  
**Application number:** FI19770002468 19770818  
**Priority number(s):** FI19770002468 19770818

**Also published as:**

 US4383979 (A1)  
 DE2835113 (A1)  
 FI54810C (C)

**Report a data error here**

Abstract not available for FI54810B

Abstract of corresponding document: **US4383979**

Zinc, copper and cadmium are recovered from their ferrites by subjecting the ferrites to a sulfuric acid bearing solution in the presence of potassium, sodium or ammonium ions under atmospheric conditions at 80 DEG -105 DEG C. to precipitate the iron present in the ferrites as jarosite, separating at least a portion of the jarosite-bearing solid material from the solution before recycling the solution to a neutral leach, from which a copper and cadmium bearing solution is recovered and to which acid and calcine are also fed, feeding the solid obtained from the neutral leach to the said ferrite treatment stage classifying the solid obtained from the neutral leach into a finer and coarser fraction, feeding the finer fraction to the ferrite treatment stage, comminuting the coarser fraction by grinding, leaching or milling and recycling the comminuted fraction to the process.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



[B] (11) KUULUTUSJULKAISU  
UTLÄGGNINGSSKRIFT 54810

C Patentti myönnetty 12 03 1979  
(45) Patent meddelat

(51) Kv.lk./Int.Cl.<sup>a</sup> C 22 B 19/22

**SUOMI—FINLAND**  
**(FI)**

Patentti- ja rekisterihallitus  
Patent- och registerstyrelsen

(21) Patentihakemus — Patentansöknings 772468  
(22) Hakemispäivä — Ansökningsdag 18.08.77  
(23) Aikupäivä — Giltighetsdag 18.08.77  
(41) Tullut julkiseksi — Blivt offentlig  
(44) Nähtäväksi panon ja kuuljulkaisun pvm. —  
Ansökan utlagd och utskriften publicerad 30.11.78  
(32)(33)(31) Pyydetty etuoikeus — Begärd prioritet

- (71) Outokumpu Oy, Outokumpu, Suomi-Finland(FI); Töölönkatu 4, 00100  
Helsinki 10, Suomi-Finland(FI)  
(72) Juasi Kalevi Rastaa, Liinaharjantie 33, 28610 Pori 61, Lars-Göran  
Björkqvist, Kustaa Aadolfinkatu 78, 67200 Kokkola 20, Raija-Leena  
Gisler, Saariniemenkatu 4 A 31, 00530 Helsinki 53, Simo Sakari  
Liukkonen, Yläkartanontie 18 A 5, 02360 Espoo 36, Suomi-Finland(FI)  
(74) Berggren Oy Ab  
(54) Menetelmä sinkin, kuparin ja kadmiumin talteenottamiseksi sinkki-  
pasutteen liuotusprosessissa — Förfarande för återvinning av zink,  
koppar och kadmium vid lakning av zinkrostgods

Tämä keksintö kohdistuu menetelmään sinkin, kuparin ja kadmiumin  
talteenottamiseksi niiden ferriiteistä siten, että ferriittejä  
käsittellään atmosfäärisissä olosuhteissa rikkihappopitoisessa liuok-  
sessa kalium-, natrium- tai ammoniumionien läsnäollessa 80-105°C:ssa  
ferriittien sisältämän raudan saostamiseksi jarosiittina, ainakin  
osa jarosiittipitoisesta kiintoaineesta erotetaan liuoksesta ennen liuok-  
sen palauttamista neutraaliliuotusvaiheeseen, johon myös syötetään  
happoa sekä pasutetta ja josta otetaan talteen sinkkiä, kuparia ja  
kadmiumia sisältävä liuos ja neutraaliliuotusvaiheesta saatu kiinto-  
aine johdetaan mainittuun ferriittien käsittelyvaiheeseen.

Suomalaisista patenttihakemuksista 410/73 ja 760486 tunnetaan sinkki-  
pasutteen liuotusmenetelmä, joka jakaantuu neutraaliliuotukseen ja  
ferriittisen kiintoaineen käsittelyvaiheeseen.

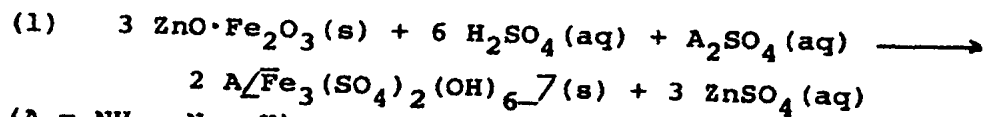
Neutraaliliuotuksen tehtävänä on liuottaa pasutteen pääkomponentti,  
sinkkioksidi (ZnO), mahdollisimman täydellisesti ja tuottaa raaka-  
liuosta, raudatonta sinkkisulfaattiliuosta, jonka pH-arvo on vä-  
lillä 4-5.

C 22 B 15/08

Neutraaliliuotuksessa liukenee sinkkioksidin ohella myös pasutteeseen aina muutamien prosenttien määrissä sisältyvä sinkkisulfaatti; sen sijaan pasutteen ferriitit ja pasuttumattomat sulfidit jäävät liukenematta. Neutraaliliuotuksen tuottama raakaliuos sisältää sinkin rinnalla epäpuhtauksiksi katsottavia muita raskasmetalleja (Cu, Cd, Co, Ni, ...), joista liuos on puhdistettava ennen elektrolyysivaihetta, jossa sinkki saostetaan elektrolyyttisestä katodille.

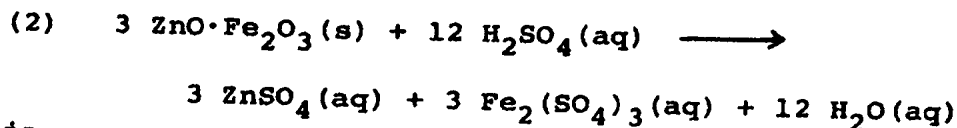
Pasutteen neutraaliliuotuksessa jäljelle jäänyt ferriittinen kiintoaine ohjataan suomalaisen patenttihakemuksen 410/73 mukaan käsittelyvaiheeseensa, johon syötetään ferriittiin nähden sopiva määrä elektrolyysin paluuhappoa, rikkihappoa sekä jotakin sopivaa ammonium-, natrium- tai kaliumyhdistettä, jona useimmiten käytetään niiden sulfaatteja. Ferriittien käsittelyvaiheessa siirtyvät ferriittien ei-rautametallit (Zn, Cu, Cd) liuokseen sulfaatteina ja rauta liuoksen kautta samassa vaiheessa muodostuvaan jarosiittiin. Käsittelyaika ja reaktio-olosuhteet valitaan sellaisiksi, että vaiheen lopussa kiintoaine on käytännöllisesti katsoen ferriittivapaa ja liuoksen rautapitoisuus on niin matala, että se voidaan palauttaa suoraan neutraaliliuotukseen.

Ferriittien käsittelyvaiheessa tapahtuu kokonaisreaktio

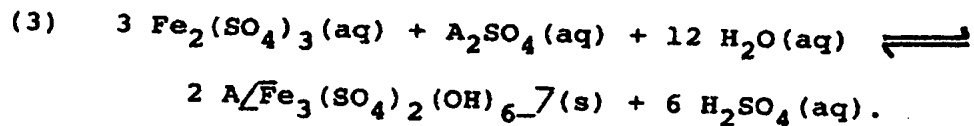


(A = NH<sub>4</sub>, Na, K),

joka koostuu osareaktioista



ja



Reaktio-olosuhteita valittaessa pyritään siihen, että reaktiot (2) ja (3) etenevät samassa vaiheessa mahdollisimman pitkälle eli ferriitit liukenevat käytännöllisesti katsoen täydellisesti ja tätä kautta liuokseen joutunut rauta saostuu lähes täydellisesti jaro-

siittina, jolloin raudan saostuksessa syntyvä rikkihappo kuluu välittömästi ferriittien liuottamiseen. Tähän suoritustapaan antaa ohjeen suomalainen patenttihakemus 410/73.

Reaktion (2) nopeus riippuu tutkimustemme mukaan reaktioseoksen ferriittikonsentraatiosta, ferriittien raekokojakautumasta sekä liuoksen rikkihappokonsentraatiosta ja lämpötilasta. Yleisesti voidaan esittää reaktion (2) nopeus  $r_{(2)}$  muodossa

$$(4) \quad r_{(2)} = d[\text{Fe}]_{(2)}/dt = f_{(2)}(T, [\text{H}_2\text{SO}_4], [\text{ZnFe}_2\text{O}_4], S_1, f_1),$$

jossa

$T$  = lämpötila

$t$  = aika

$[\text{ }]$  = konsentraatio

$i$  = raeluokkaa kuvaava indeksi

$S_i$  = raeluokan  $i$  ominaispinta-ala

$f_i$  = raeluokan  $i$  massaosuus.

Kunkin raeluokan liukenemisnopeus noudattaa kaavaa

$$(5) \quad dx_i/dt = k([\text{H}_2\text{SO}_4], T \cdot S_{i0} \cdot (1-x_i)^{2/3}$$

jossa

$x_i$  = raeluokan  $i$  liukenemisaste

$k$  = reaktionopeuskerroin

$S_{i0}$  = raeluokan  $i$  ominaispinta-ala hetkellä  $t=0$ .

Yhtälöstä (5) saadaan

$$(6) \quad x_i = 1 - (1 - K_1 \cdot t)^3$$

jossa

$$(7) \quad K_1 = 1/3/S_{i0} \cdot k([\text{H}_2\text{SO}_4], T).$$

Ottamalla huomioon ferriittien raekokoluokat ja niiden liukenemisasteet, saadaan koko ferriittisen materiaalin keskimääräiselle liukenemisasteelle  $x$  lauseke

$$(8) \quad x = \sum f_{i0} \cdot x_i = \sum f_{i0} \cdot [1 - (1 - K_1 \cdot t)^3]$$

jossa  $f_{i0}$  on raeluokan  $i$  massaosuus hetkellä  $t=0$ .

Reaktion (3) nopeus puolestaan riippuu tutkimustemme mukaan liuoksen rauta(III)-rikkihappo- ja A-konsentraatiosta, reaktioseoksen jarosiittikonsentraatiosta ( $\overline{AJ}$ ) ja lämpötilasta eli se voidaan kirjoittaa muodollisesti asuun

$$(9) \quad r_{(3)} = -d\overline{Fe}/_{(3)}/dt = f_{(3)}(T, \overline{Fe}, \overline{H_2SO_4}, \overline{AJ}, \overline{A}).$$

Ferriittien käsittelyvaiheessa reaktion (3) nopeutta  $r_{(3)}$  voidaan laajojen kokeellisten havaintojemme mukaan estimoida suhteellisen hyvin funktiolla

$$(10) \quad r_{(3)} = -d\overline{Fe}/_{(3)}/dt = k(T) \overline{Fe}^\alpha \overline{H_2SO_4}^\beta \overline{AJ}^\gamma \overline{A}^\delta,$$

jossa eksponentit  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  ja  $\delta$  ovat vakioita ja reaktionopeuskerroin  $k$  riippuu lämpötilasta.

Kuten suomalaisessa patenttihakemuksessa 760486 on osoitettu, on ollut yllättävää, että reaktio (3) eli raudan (III) saostumisnopeus riippuu laajalla konsentraatioalueella reaktioseoksen jarosiittikonsentraatiosta. Yhtälössä (10) on A-jarosiitin ( $A = NH_4, Na, K$ ) konsentraation eksponentilla  $\gamma$  likimäärin arvo 1. Aivan ilmeisesti reaktioon (3) sisältyy jokin sen nopeuteen oleellisesti vaikuttava vaihe, joka tapahtuu jarosiittikiteen pinnalla, jolloin jarosiittipinnan suurentaminen kasvattaa reaktion (3) nopeutta.

Suomalaisessa patenttihakemuksessa 760486 on osoitettu millä tavalla edellä käsiteltyä riippuvuutta voidaan käyttää hyväksi reaktion (3) ja sitä kautta myös kokonaisreaktion (1) nopeuttamiseksi lopullisena tavoitteena saavuttaa - toimimalla patenttihakemuksen vaatimusten osoittamalla tavalla - aikaisempaa edullisempi sinkkipasutteen liuotusmenetelmä.

Kaavoista (4)-(8) nähdään, että reaktion (2) - ja sitä kautta kokonaisreaktion (1) - nopeuden siihen osaan, joka riippuu ferriittien raekokojakautumasta - tarkemmin ilmaistuna suureista  $f_{10}$  ja  $S_{10}$  - ei voida suomalaisen patenttihakemuksen 760486 esittämällä menetelmällä vaikuttaa.

Ferriittien raekokojakautumaan voidaan jossain määrin vaikuttaa käytettävissä olevan pasutusolosuhdealueen rajoissa tapahtuvalla pasutusolosuhteiden valinnalla. Pääasiallisesti näyttävät kuitenkin muuttujat  $f_{10}$  ja  $S_{10}$  olevan rikastekohtaisia eli rikasteiden koos-

tumuksen ja rakenteen määttämiä, johon pasutusolosuhteiden, lähinnä lämpötilan, valinnalla - niissä rajoissa kuin se pasutuskapasiteetin huomioon ottaen on mahdollista, ei voida kovin suurissa rajoissa vaikuttaa.

Taulukkoon 1 on koottu eräiden ferriittisten kiintoaineiden raekoko-jakautumat. Ferriitit on valmistettu pasuttamalla lämpötilavälillä 900-1000°C hapettavissa olosuhteissa erilaisia sinkkirikasteita ja liuottamalla pasutteista selektiivisesti pois oksidit olosuhteissa ( $T = 80^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{pH} = 1,5-2,0$ ), joissa ferriitit jäävät liukenematta.

Taulukko 1. Eräiden ferriittisten kiintoaineiden raekoko-jakautumat.

i	$\frac{d}{\mu\text{m}}$	$f_{10}$				
		1	2	3	4	5
1	-5	0,570	0,419	0,187	0,038	0,211
2	5-10	0,035	0,056	0,215	0,217	0,185
3	10-20	0,035	0,063	0,083	0,070	0,238
4	20-37	0,063	0,088	0,208	0,313	0,246
5	37-74	0,114	0,109	0,147	0,129	0,082
6	74-149	0,153	0,148	0,128	0,170	0,031
7	149-	0,030	0,117	0,032	0,063	0,007

Taulukkoon 2 on koottu taulukon 1 ferriittien  $S_{10}$ -arvot.

Taulukko 2. Taulukon 1 ferriittien  $S_{10}$ -arvot.

i	$\frac{d}{\mu\text{m}}$	$S_{10}/\text{m}^2\text{g}^{-1}$				
		1	2	3	4	5
1	-5	7,7	5,7	0,58	2,0	0,46
2	5-10	3,5	2,5	0,44	1,1	0,30
3	10-20	2,7	1,6	0,38	0,76	0,24
4	20-37	1,9	0,88	0,33	0,55	0,19
5	37-74	1,3	0,70	0,28	0,40	0,15
6	74-149	0,91	0,37	0,24	0,28	0,12
7	149-	0,57	0,21	0,19	0,19	0,09

Olemme selvittäneet reaktionopeusvakion  $k(\text{H}_2\text{SO}_4, T)$  riippuvuuden rikkihappokonsentraatiosta ja lämpötilasta, jolloin kaavan (8) avulla voidaan laskea ferriittien 1-5 liukenemisaste  $x$  ja raeluokkien liukenemisasteet  $x_1$  ajan funktiona liuoksen määrätyillä rikkihappokonsentraation ja lämpötilan arvoilla.

Taulukossa 3 on esitetty ferriittien 1-5 suureet  $x$  ja  $x_1$  muuttujan  $t$  funktiona. Liuoksen rikkihappokonsentraatiolla ja lämpötilalla on ollut arvot  $\text{H}_2\text{SO}_4 = 40 \text{ g/l}$  ja  $T = 95^\circ\text{C}$ . Sarake  $t_{x_1=1,0}$  esittää kunkin raeluokan täydelliseen liukenemiseen vaadittavan ajan.

Taulukko 3. Ferrittien 1-5 x- ja  $x_1$ -arvot ajan funktiona tapauksessa  $\sqrt{H_2SO_4} = 40 \text{ g/l}$  ja  $T = 95^\circ\text{C}$

1	$\frac{d}{\mu\text{m}}$	$f_1(n)$	$f_1(k)$	$t_{x1=1,0}$ h	$t=0,5 \text{ h}$	$1,0 \text{ h}$	$2,0 \text{ h}$	$x_1 / -$	$4,0 \text{ h}$	$7,0 \text{ h}$	$12,0 \text{ h}$	$25,0 \text{ h}$
	-5	0,570	0,811	0,66	0,985	1,0						
	5-10	0,035	0,050	1,5	0,711	0,966	1,0					
	10-20	0,035	0,050	1,9	0,600	0,894	1,0					
	20-37	0,063	0,089	2,7	0,458	0,749	0,982		1,0			
	37-74	0,114		3,8	0,341	0,594	0,889		1,0			
	74-149	0,153		5,6	0,245	0,446	0,734	1,0	0,977			
	+149	0,030		9,0	0,158	0,299	0,531	0,989	0,543	1,0		
	$x = \sum_{i=1}^n f_i \cdot x_i$				0,717	0,827	0,931	0,999	0,983	0,999	1,0	1,0
	$x = \sum_{i=1}^k f_i \cdot x_i$				0,883	0,971	0,998		1,0	1,0	1,0	
2	$\frac{d}{\mu\text{m}}$	$f_1(n)$	$f_1(k)$	$t_{x1=1,0}$ h	$t=0,5 \text{ h}$	$1,0 \text{ h}$	$2,0 \text{ h}$	$x_1 / -$	$4,0 \text{ h}$	$7,0 \text{ h}$	$12,0 \text{ h}$	$25,0 \text{ h}$
	-5	0,419	0,669	0,90	0,913	1,0	1,0					
	5-10	0,056	0,089	2,0	0,574	0,871	1,0					
	10-20	0,063	0,101	3,2	0,403	0,680	0,950					
	20-37	0,088	0,141	5,8	0,237	0,434	0,719		1,0			
	37-74	0,109		7,4	0,190	0,355	0,614		0,970			
	74-149	0,148		14	0,104	0,201	0,373		0,905	0,999	1,0	
	+149	0,117		24	0,060	0,118	0,227		0,640	0,879	0,998	1,0
	$x = \sum_{i=1}^n f_i \cdot x_i$				0,504	0,631	0,747		0,416	0,638	0,870	1,0
	$x = \sum_{i=1}^k f_i \cdot x_i$								0,865	0,940	0,984	1,0
					0,736	0,876	0,955		0,996	1,0	1,0	1,0



3	$\frac{d}{\mu m}$	$f_i(n)$	$f_i(k)$	$t_{x_i=1,0}$ h	t=0,5 h	1,0 h	2,0 h	$x_i / -$ 4,0 h	7,0 h	12,0 h	25,0 h
	-5	0,187	0,270	8,8	0,161	0,304	0,539	0,838	0,992	1,0	
	5-10	0,215	0,310	12	0,124	0,237	0,433	0,718	0,937	1,0	
	10-20	0,083	0,120	14	0,107	0,205	0,381	0,650	0,887	0,998	1,0
	20-37	0,208	0,300	16	0,093	0,179	0,336	0,587	0,831	0,987	1,0
	37-74	0,147		18	0,081	0,157	0,296	0,527	0,769	0,961	1,0
	74-149	0,128		21	0,069	0,135	0,258	0,467	0,701	0,919	1,0
	+149	0,032		26	0,057	0,112	0,216	0,398	0,615	0,849	0,999

$$x = \sum_{i=1}^n f_i \cdot x_i$$

$$x = \sum_{i=1}^k f_i \cdot x_i$$

8

4	$\frac{d}{\mu m}$	$f_i(n)$	$f_i(k)$	$t_{x_i=1,0}$ h	t=0,5 h	1,0 h	2,0 h	$x_i / -$ 4,0 h	7,0 h	12,0 h	25,0 h
	-5	0,038	0,059	2,6	0,473	0,767	0,988	1,0			
	5-10	0,217	0,340	4,8	0,280	0,503	0,800	0,995	1,0		
	10-20	0,070	0,110	6,8	0,206	0,382	0,651	0,932	1,0		
	20-37	0,313	0,491	9,3	0,153	0,289	0,516	0,815	0,985	1,0	
	37-74	0,129		13	0,113	0,216	0,399	0,675	0,907	0,999	1,0
	74-149	0,170		18	0,081	0,157	0,297	0,529	0,771	0,963	1,0
	+149	0,063		28	0,053	0,105	0,202	0,375	0,587	0,820	0,999
	$x = \sum_{i=1}^n f_i \cdot x_i$				0,173	0,317	0,533	0,775	0,918	0,982	~1,0
	$x = \sum_{i=1}^k f_i \cdot x_i$				0,221	0,400	0,655	0,900	0,993	1,0	1,0

54810

5	$\frac{d}{\mu m}$	$f_1(n)$	$f_1(k)$	$t_{x_1=1,0}$ h	$t=0,5$ h	1,0 h	$x_1 / -$ 2,0 h	4,0 h	7,0 h	12,0 h	25,0 h
	-5	0,211	0,333	11	0,129	0,247	0,450	0,739	0,950	1,0	
	5-10	0,185	0,292	17	0,085	0,166	0,312	0,552	0,795	0,974	1,0
	10-20	0,238	0,375	22	0,068	0,132	0,253	0,459	0,691	0,912	1,0
	20-37	0,246		27	0,054	0,107	0,206	0,381	0,592	0,827	0,999
	37-74	0,082		34	0,044	0,086	0,167	0,314	0,501	0,731	0,982
	74-149	0,031		43	0,034	0,068	0,133	0,254	0,413	0,625	0,926
	+149	0,007		58	0,026	0,051	0,100	0,193	0,320	0,501	0,816
	$x = \sum_{i=1}^n f_i \cdot x_i$				0,077	0,150	0,282	0,496	0,714	0,895	0,995
	$x = \sum_{i=1}^k f_i \cdot x_i$				0,093	0,180	0,336	0,579	0,808	0,959	1,0

Tarkastelemalla taulukkoja 1-3 nähdään tutkimustemme tuloksina, että

1. Yleensä sinkkipasutteen ferriitit ovat hienojakoisia, jolloin pääosa kunkin ferriitin massasta sijoittuu raekokoluokkiin 1-4

(0-37  $\mu$ m) eräissä jopa luokkiin 1-3 (0-20  $\mu$ m).

2. Eri ferriittien samojen raeluokkien ominaispinta-alat  $S_{10}$  poikkeavat huomattavasti toisistaan so. ferriittien huokoisuus ja rae-muoto poikkeavat huomattavasti toisistaan.

3. Ferriittien karkeampien raeluokkien ( $i=5-7$  tai  $4-7$ ), joiden yhteinen massaosuus on yleensä välillä 0,2-0,4, liukeneminen vaatii selvästi pidemmän ajan kuin ferriittien hienojakoisemmalle pääosalle olisi välttämätöntä. Näin ferriittien karkeamman osan täydellinen liukeneminen edellyttää pitkää viivettä ja tämän toteuttamiseksi on varattava suhteellisen paljon reaktoritilavuutta, vaikka ferriitin hienojakoinen pääosa on jo liuennut reaktorijonon alkupäässä.

Keksinnön mukaan on nyt havaittu edulliseksi luokitkaa neutraali-liuotuksesta ulos tuleva ferriittinen kiintoaine kahteen osaan, jolloin hienojakoinen - yleensä pääosa - ohjataan suoraan ferriittien käsittelyvaiheeseen ja karkeampi osa välikäsittelyvaiheen kautta takaisin prosessiin. Välikäsittelyvaihe voi olla esimerkiksi sopiva ferriittien hienonnusvaihe. Erityisen edullisesti välikäsittelyvaihe voi olla ferriittien käsittelyvaiheen eteen sijoitettu leijukerros- tai sekoitettu leijukerrosreaktorisysteemi, jonka kautta osittain tai kokonaan ferriittien käsittelyvaiheeseen syötettävä paluu- ja rikkihappoliuos ohjataan. Reaktorien sopivalla muotoilulla, sekoitus- ja liuoksen virtausnopeudella sekä lämpötilan säädöllä huolehditaan siitä, että hydrosyklonierotuksella lajitellut karkeat ferriitit pysyvät reaktorisysteemissä ja liukenevat siinä, kunnes ne tulevat kooltaan niin pieniksi, että liuosvirtaus kuljettaa ne edelleen ferriittien käsittelyvaiheeseen. Sopiva lämpötila reaktorisysteemissä on välillä 70-100°C. Reaktoreihin kertyvä karkea inertti aines poistetaan reaktorisysteemistä hetkittäisillä liuosvirtauspulsseilla tai jollakin muulla sopivalla tavalla.

Keksintöä selostetaan alla lähemmin viitaten oheisiin piirustuksiin, joissa on esitetty kolme tapaa, kuinka esillä olevaa keksintöä voidaan soveltaa sinkkipasutteen liuotussysteemiin.

Neutraaliliuotuksesta tuleva liete ohjataan hydrosykloniin. Sopivalla hydrosyklonin valinnalla voidaan huolehtia siitä, että ferriittisen kiintoaineen jako ylitteen mukana menevään hienojakoiseen ja alitteen mukana menevään karkeaan osaan voidaan asettaa mielivaltaiseen kohtaan. Ylite ohjataan sakeuttimeen, jonka ylite - raakaliuos - menee liuospuhdistukseen ja alite ferriittien käsittelyvaiheeseen. Hydrosyklonin alite ohjataan välikäsittelyvaiheeseen, jossa karkea ferriitti joko liuotetaan riittävän pienen raekokoon tai jauhetaan riittävän hienojakoiseksi. Kuvan 1 esittämässä ratkaisutavassa ohjataan hydrosyklonin 3 alite leijukerrosreaktorisysteemiin 4. Sen kautta johdetaan osittain tai kokonaan ferriittien käsittelyvaiheeseen syötettävä paluu- ja rikkihappoliuos. Reaktorisysteemin 4 ylite - ja sen mukana riittävän pieniksi liuenneet ferriittirakeet - johdetaan ferriittien käsittelyvaiheeseen 2, jonne myös hydrosyklonin 3 erottama hienojakoinen - sakeuttimessa 5 laskeutettu - ferriittien pääosa ohjataan. Haluttaessa voidaan hydrosyklonin 3 alitteen mukana menevä karkea oksidifaasi liuottaa ennen reaktorisysteemiä 4 ja ohjata erotuksen jälkeen oksidivapaa kiintoaine vaiheeseen 4 ja liuos neutraaliliuotukseen. Kuvassa 2 on myllyn ulostulo ohjattu neutraaliliuotukseen ja ferriittien käsittelyvaiheeseen. Näihin vaiheisiin ohjattuja virtauksia voidaan vaihdella laajoissa rajoissa, jolloin äärimmäisissä tapauksissa myllyn 6 koko ulostulo johdetaan joko edelliseen tai jälkimmäiseen vaiheeseen. Kuvassa 3 myllyn 6 ulostulo johdetaan hydrosykloniin 3a, jonka ylite menee ferriitin käsittelyvaiheeseen 2 ja alite neutraaliliuotukseen 1; hydrosyklonin alitteesta on myös yhteys ferriittien käsittelyvaiheeseen 2, jonka kautta piiriin 1-3-6-3a mahdollisesti vähitellen kertyvä inertti karkeahko kiintoaine voidaan johtaa piiristä ulos. Myös voidaan osa prosessiin palautettavasta jarosiitista kierrättää myllyn kautta, jolloin jauhatusvaiheen läpi käynyt jarosiitti hienonee, sen pinta-ala kasvaa. Tällöin se vaiheeseen 2 syötettynä kohottaa reaktion (3) nopeutta suhteellisesti enemmän kuin hienontamaton jarosiitti.

Piirustuksissa merkinnöillä tarkoitetaan seuraavaa

- 1 neutraaliliuotusvaihe
- 2 ferriittien käsittelyvaihe
- 3, 3a hydrosyklonit
- 4 leijukerrosreaktorisysteemi
- 5, 5a sakeuttimet
- 6 mylly

- P pasute  
 H paluuhappo  
 RL raakaliuos  
 F ferriittinen kiintoaine  
 J rautasakka (jarosiittisakka)  
 R rikkihappo + ammonium-, natrium- tai kaliumsulfaatti  
 PL käsittelyvaiheen paluuliuos  
 J' ferriittien käsittelyvaiheeseen palautettu jarosiittisakkaosa  
 J'' neutraaliliuotusvaiheeseen syötettävä ja sen kautta ferriittien käsittelyvaiheeseen palaava jarosiittisakkaosa

Ennen sovellutusesimerkkejä viitataan taulukkoon 3. Siinä on rivillä  $x = \sum_{i=1}^n f_i \cdot x_i$  esitetty ferriitin kokonaisliukenemisaste ja rivillä  $x(i=1-k) = \sum_{i=1}^k f_i \cdot x_i$  ferriitin liukenemisaste tapauksessa, jolloin ferriittiin sisältyvät vain raeluokat  $i=1-k$ .

Ferriittien käsittelyvaihe koostuu sarjareaktorista, jolloin jokaisessa reaktorissa vallitsee stationääritila ja niissä reaktiot (2) ja (3) etenevät vakioilla nopeuksilla. Kun ferriitin syöttönopeus  $\dot{m}_F$  on määrätty, määrää kokonaisreaktio (1) reaktiot (2) ja (3) ja liuotussysteemille asetetut ehdot täsmällisesti vaiheeseen 2 tulevan paluuhapposyötön  $y \cdot \dot{V}_H$  ja liitteiden 1 ja 2 kaavioihin R:llä merkityt syötöt  $\dot{m}(H_2SO_4)$  ja  $\dot{m}(A_2SO_4)$ . Ferriittisen kiintoaineen mukana kulkeutuu vaiheeseen 2 pieni määrä raakaliuosta ja neutraaliliuotuksen kautta kierrätetty jarosiitti  $\dot{m}(J'')$ ; lisäksi syötetään vaiheeseen 2 suoraan määrätty määrä jarosiittia  $\dot{m}(J')$ .

Vaiheen 2 vaatiman reaktorijonon pituuden määräävät reaktion (1) (reaktiot (2) ja (3)) nopeuteen vaikuttavat tekijät ja vaiheen täytettäväksi asetetut ehdot sekä vaiheessa 2 käytettävä reaktorijako eli reaktioaikajako  $t_1, t_2, \dots, t_n$  (n reaktoria), jolloin  $t_1$  merkitsee vaiheen 2 reaktiosuspension viiveaikaa sarjareaktorin reaktorissa 1.

#### Esimerkki 1

Liuotussysteemin kytkentä on esitetty kuvassa 1.

Sinkkipasutteen analyysi tässä tarkastettavien komponenttien osalta on esitetty alla. Lisäksi on esitetty sinkkikomponenttipitoisuudet ja sinkin jakautuminen pasutteen sinkkikomponenttien välillä.

	Pasutteen analyysi	Pasutteen sinkki- komponentit	Sinkin jakautuminen pasutteen sinkkikom- ponenteissa
	%	%	%
Zn	56,6	ZnO 57,4	81,4
Fe	12,4	ZnSO <sub>4</sub> 7,0	5,1
S <sub>s</sub>	0,2	ZnFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub> 26,8	12,8
S <sub>SO<sub>4</sub></sub>	1,4	ZnS 0,6	0,7
Cu	1,13		
Cd	0,26		

Neutraaliliuotuksesta hydrosykloniin 3 ohjautuvan ferriitin raekokojakautuma oli seuraava:

1	d/ $\mu$ m	f <sub>10</sub>
1	-5	0,066
2	5-10	0,133
3	10-20	0,135
4	20-37	0,256
5	37-74	0,201
6	74-149	0,156
7	149-	0,053

Hydrosyklonin 3 ylitteen ferriittisen kiintoaineen raekokojakautuma oli seuraava:

Seula-aukko $\mu$ m	Seulan läpäisy %
53	99,7
37	98,9
20	59,5
10	35,7
5	12,0

Hydrosyklonin alitteen kiinteäainepitoisuus oli 820 g/l ferriitin raekokojakautuma oli seuraava:

Seula-aukko / $\mu\text{m}$	Seulan läpäisy %
425	97,0
425	97,9
149	88,4
74	54,1
53	29,9
37	11,3
20	2,3

Leijuliutusreaktorissa oli suspension lämpötila n.  $90^{\circ}\text{C}$ . Reaktorin ylitteen mukana kulkeutuvan kiintoaineen keskimääräinen raekoko oli n.  $20 \mu\text{m}$  ja kiintoaineen paino-osuus reaktoriin syötetystä ferriitistä oli n. 20 %.

Leijuliutusreaktiosta poistettiin inertti kiintoaine - lähinnä lyijysulfaattia - ja sen paino-osuus syötetystä ferriitistä oli n. 6 %.

Vaiheeseen 2 kulkeutuvalla, leijuliutusreaktorin 4 ylitteen ja sakeuttimen 5 alitteen, yhdistetyllä ferriitillä oli seuraava raekokojakautuma ja ominaispinta-ala.

i	d/ $\mu\text{m}$	$f_{10}$	$s_{10}/\text{m}^2/\text{g}$
1	-5	0,103	1,2
2	5-10	0,205	0,68
3	10-20	0,289	0,47
4	20-37	0,394	0,34
5	37-	0,009	0,26

Ferriittien käsittelyvaihe koostui 13-osaisesta sarjareaktorista, joiden viiveet olivat, kaksi ensimmäistä 0,5 h, loput 1 h joten kokonaisviiveaika oli 12 h.

Kokeen tulokset on laskettu pasutesyöttöä  $\dot{m}_p = 1 \text{ t/h}$  kohti.

Edellä esitettyjä tunnuksia käyttäen olivat liuotusprosessin käyttäytymistä kuvaavat suureet seuraavat:

Paluuhapon rikkihappokonsentraatio	$\overline{[\text{H}_2\text{SO}_4]}$	= 185 g/l
Paluuhapon kokonaissyöttö	$\dot{V}_H$	= $4,52 \text{ m}^3/\text{h}$
Paluuhapon syöttö vaiheeseen 2	$Y \cdot \dot{V}_H$	= $1,78 \text{ m}^3/\text{h}$
Jarosiitin syöttö vaiheeseen 2	$\dot{m}_J$	= 500 kg/h

Vaiheessa 2 lämpötila oli 95°C ja konsentraatiot sen eri vaiheissa olivat:

Reaktori j	$t_j$ h	$\tau t_j$ h	$\frac{[Fe]}{g/l}$	$\frac{[H_2SO_4]}{g/l}$	$\frac{[NaJ]}{g/l}$	$\frac{[Na]}{g/l}$	$n_{Zn}$	$n_{Fe}$
1	0,5	0,5	35,8	39,4	210	9,6	0,456	0,055
2	0,5	1,0	35,8	33,4	220	9,2	0,522	0,175
3	1,0	2,0	34,8	27,3	236	8,4	0,609	0,227
4	1,0	3,0	32,6	25,3	252	7,6	0,674	0,335
5	1,0	4,0	30,1	24,8	267	6,9	0,728	0,437
6	1,0	5,0	27,6	25,1	281	6,2	0,774	0,532
7	1,0	6,0	25,2	25,5	294	5,6	0,814	0,618
8	1,0	7,0	23,1	26,2	306	5,1	0,849	0,694
9	1,0	8,0	21,2	26,8	316	4,6	0,879	0,761
10	1,0	9,0	19,4	27,6	325	4,2	0,905	0,821
11	1,0	10,0	17,8	27,6	333	3,8	0,926	0,875
12	1,0	11,0	16,2	28,4	340	3,5	0,945	0,922
13	1,0	12,0	14,9	30,5	346	3,2	0,959	0,964

Ferriittien  $f_1$ - ja  $S_1$ -arvot viimeisessä reaktorissa olivat, raeluokittain

#### Reaktori 13

Raeluokka	$f_1$	$\frac{S_1}{m^2/g}$
1	0	0
2	0	0
3	0,147	1,5
4	0,818	0,67
5	0,035	0,41

Prosessissa sinkin kokonaisliuotussaanto oli 98,8 %.

Kun prosessia suoritettiin ilman vaiheita 3 ja 4 olivat edellisistä poikkeavat prosessisuureet seuraavat:

$$\dot{V}_H = 4,44 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Y \cdot \dot{V}_H = 1,64 \text{ m}^3/\text{h}$$



Reaktori j	$t_j$ h	$\Sigma t_j$ h	$\frac{[Fe]}{[H_2SO_4]}$	$\frac{[Na]}{[Na]}$	$n_{Zn}$	$n_{Fe}$
			g/l			
1	0,5	0,5	25,8	69,4	182	9,9
2	0,5	1,0	30,4	50,0	187	9,7
3	1,0	2,0	33,1	34,0	198	9,2
4	1,0	3,0	32,5	27,8	211	8,5
5	1,0	4,0	30,7	25,4	226	7,8
6	1,0	5,0	28,5	24,7	240	7,2
7	1,0	6,0	26,3	24,5	252	6,6
8	1,0	7,0	24,3	24,6	264	6,0
9	1,0	8,0	22,2	25,0	276	5,5
10	1,0	9,0	20,4	25,2	286	5,0
11	1,0	10,0	18,8	25,5	295	4,6
12	1,0	11,0	17,3	25,8	303	4,2
13	1,0	12,0	15,9	26,1	310	3,8

Ferriittien  $f_1$ - ja  $S_1$ -arvot syötössä sekä viimeisinä reaktorissa olivat, raeluokittain

Raeluokka i	Syöttö		Reaktori 13	
	$f_{10}$	$S_{10}$	$f_1$	$S_1$
		$m^2/g$		$m^2/g$
1	0,066	1,2	0	0
2	0,133	0,68	0	0
3	0,135	0,47	0,018	1,7
4	0,256	0,34	0,173	0,71
5	0,201	0,26	0,274	0,42
6	0,156	0,18	0,356	0,25
7	0,053	0,12	0,179	0,14

Prosessissa sinkin kokonaisliuotussaanto oli 97,2 %.

Vaiheiden 3 ja 4 kytkeminen liuotusprosessiin kohotti sinkin kokonaisliuotussaantoa 1,6 prosenttiyksikköä.

Esimerkissä käytetyt merkinnät  $n_{Zn}$  ja  $n_{Fe}$  esittävät vastaavasti reaktion (2) ja kokonaisreaktion (1) etenemisen astetta.

### Esimerkki 2

Liuotussysteemin kytkentänä oli kuvassa 2 esitetty vaihtoehto, jossa myllyn ulostulo kokonaisuudessaan ohjattiin vaiheeseen 2.

Sinkkipasutteen analyysi tässä tarkasteltavien komponenttien osalta on esitetty alla. Lisäksi on esitetty sinkkikomponenttipitoisuudet ja sinkin jakautuminen pasutteen sinkkikomponenttien välillä.

Pasutteen analyysi		Pasutteen sinkki- komponentit		Sinkin jakautuminen pasutteen sinkkikom- ponenteissa/%
	%		%	
Zn	58,3	ZnO	59,9	82,5
Fe	12,2	ZnSO <sub>4</sub>	6,6	4,5
S <sub>s</sub>	0,2	ZnFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	26,3	12,3
S <sub>SO<sub>4</sub></sub>	1,3	ZnS	0,6	0,7
Cu	0,94			
Cd	0,21			

Neutraaliliuotuksesta hydrosykloniin 3 ohjautuvan ferriittisen  
kiintoaineen raekokojakautuma oli seuraava:

i	d/ $\mu$ m	f <sub>io</sub>
1	-5	0,038
2	5-10	0,217
3	10-20	0,070
4	20-37	0,313
5	37-74	0,129
6	74-149	0,170
7	149-	0,063

Hydrosyklonin 3 alitteen kiintoainepitoisuus oli 850 g/l ja raekokojakautuma

<u>Seula-aukko</u>	<u>Seulan läpäisy</u>
$\mu\text{m}$	%
425	95,1
149	84,7
74	49,2
53	34,8
37	21,1
20	9,8

Myllystä 4 vaiheeseen 2 kulkeutuvan kiintoaineen raekokojakautuma oli 30 min jauhatusajan jälkeen seuraava:

<u>Seula-aukko</u>	<u>Seulan läpäisy</u>
$\mu\text{m}$	%
425	100
149	99,2
74	96,9
53	72,6
37	58,9
20	27,3

Hydrosyklonin 3 ylitteen kiintoaineen raekokojakautuma oli seuraava:

<u>Seula-aukko</u>	<u>Seulan läpäisy</u>
$\mu\text{m}$	%
53	100
37	99,9
20	50,9
10	39,9
5	5,9

Vaiheeseen 2 kulkeutuvalla, myllystä 4 sekä sakeuttimesta 5 yhdistetyllä, kiintoaineella oli seuraava raekokojakautuma ja ominaispinta-ala:

1	$d/\mu\text{m}$	$f_{10}$	$s_{10}/\text{m}^2\text{g}^{-1}$
1	-5	0,169	2,0
2	5-10	0,334	1,1
3	10-20	0,121	0,76
4	20-37	0,362	0,55
5	37-74	0,011	0,40
6	74-149	0,003	0,28

Ferriitin käsittelyvaihe koostui 4-osaisesta sarjareaktorista, joiden viiveajat olivat 1, 1, 2 ja 4 h eli kokonaisviiveaika 8 h.

Kokeen tulokset on laskettu pasutesyöttöä  $\dot{m}_p = 1$  t/h kohti.

Edellä esitettyjä tunnuksia käyttäen olivat liuotusprosessin käyttäytymistä kuvaavat suureet seuraavat:

Paluuhapon rikkihappokonsentraatio	$[\overline{H}_2SO_4] = 180$ g/l
Paluuhapon kokonaissyöttö	$\dot{V}_H = 4,80$ m <sup>3</sup> /h
Paluuhapon syöttö vaiheeseen 2	$J' \dot{V}_H = 1,90$ m <sup>3</sup> /h
Jarosiitin J' syöttö vaiheeseen 2	$\dot{m}_{J'} = 285$ kg/h

Vaiheessa 2 lämpötila oli 95°C ja konsentraatiot sen eri reaktoreissa olivat:

reaktori j	$\frac{t_j}{h}$	$\frac{\Sigma t_j}{h}$	$\frac{[Fe]}{[H_2SO_4]}$	$\frac{[NaJ]}{[Na]}$	$\eta_{Zn}$	$\eta_{Fe}$		
			g/l					
1	1	1	32,7	41,2	134	10,8	0,464	0,106
2	1	2	30,2	29,6	168	9,2	0,647	0,341
3	2	4	22,5	27,3	217	6,9	0,832	0,682
4	4	8	15,6	28,0	257	5,0	0,967	0,958

Ferriittien  $f_i$ - ja  $S_i$ -arvot reaktoreittain ja raeluokittain olivat

Reaktori j raeluokka	0	1	2	3	4
	$\frac{f_{10}}{-}$ $\frac{S_{10}}{m^2/g}$	$\frac{f_1}{-}$ $\frac{S_1}{m^2/g}$	$\frac{f_1}{-}$ $\frac{S_1}{m^2/g}$	$\frac{f_1}{-}$ $\frac{S_1}{m^2/g}$	$\frac{f_1}{-}$ $\frac{S_1}{m^2/g}$
1	0,169 2,0	0,068 3,3	0,019 5,7	0 0	0 0
2	0,334 1,1	0,300 1,4	0,254 1,6	0,125 2,7	0 0
3	0,121 0,76	0,137 0,90	0,143 1,0	0,133 1,3	0,036 3,5
4	0,362 0,55	0,474 0,62	0,558 0,67	0,701 0,80	0,866 1,3
5	0,011 0,40	0,016 0,44	0,020 0,46	0,030 0,52	0,066 0,68
6	0,003 0,28	0,005 0,30	0,006 0,31	0,101 0,34	0,032 0,40

Prosessissa sinkin kokonaisliuotussaanto oli 99,0 %.

Kun prosessi suoritettiin ilman vaiheita 3 ja 4 olivat edellisistä poikkeavat prosessisuureet seuraavat:

$$\dot{V}_H = 4,74 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$y'\dot{V}_H = 1,85 \text{ m}^3/\text{h}$$

Reaktori j	$t_j$ h	$\Sigma t_j$ h	$\overline{Fe}$	$\overline{H_2SO_4}$	$\overline{NaJ}$	$\overline{Na}$	$\eta_{Zn}$	$\eta_{Fe}$
g/l								
n	1	1	31,4	45,8	120	10,6	0,363	0,064
2	1	2	31,1	32,3	145	9,4	0,522	0,231
3	2	4	24,4	28,5	191	7,2	0,701	0,546
4	4	8	16,9	27,3	237	5,0	0,866	0,860

Reaktori j raeluokka	0		1		2		3		4	
	$\frac{f_{10}}{-}$	$\frac{S_{10}}{m^2/g}$	$\frac{f_1}{-}$	$\frac{S_1}{m^2/g}$	$\frac{f_1}{-}$	$\frac{S_1}{m^2/g}$	$\frac{f_1}{-}$	$\frac{S_1}{m^2/g}$	$\frac{f_1}{-}$	$\frac{S_1}{m^2/g}$
1	0,038	2,0	0,010	3,6	0,001	7,7	0	0	0	0
2	0,217	1,1	0,146	1,4	0,097	1,8	0,027	3,2	0	0
3	0,070	0,76	0,062	0,92	0,053	1,1	0,034	1,4	0,003	4,2
4	0,313	0,55	0,327	0,63	0,325	0,69	0,295	0,83	0,156	1,4
5	0,129	0,40	0,151	0,44	0,165	0,47	0,182	0,53	0,177	0,70
6	0,170	0,28	0,217	0,30	0,253	0,32	0,316	0,35	0,423	0,41
7	0,063	0,19	0,087	0,19	0,106	0,20	0,146	0,21	0,241	0,23

Prosessissa sinkin kokonaisliuotussaanto oli 97,7 %.

Vaiheiden 3 ja 4 kytkeminen liuotusprosessiin kohotti sinkin kokonaisliuotussaantoa 1,3 prosenttiyksikköä.

Esimerkissä käytetyt merkinnät  $\eta_{Zn}$  ja  $\eta_{Fe}$  esittävät vastaavasti reaktion (2) ja kokonaisreaktion (1) etenemisen astetta.

Patenttivaatimukset

1. Hydrometallurginen prosessi sinkin, kuparin ja kadmiumin talteenottamiseksi niiden ferriiteistä siten, että ferriittejä käsitellään atmosfäärissä olosuhteissa rikkihappopitoisessa liuoksessa kalium-, natrium- tai ammoniumionien läsnäollessa 80-105°C:ssa ferriittien sisältämän raudan saostamiseksi jarosiittina, ainakin osa jarosiittipitoisesta kiintoaineesta erotetaan liuoksesta ennen liuoksen palauttamista neutraaliliuotusvaiheeseen (1), josta otetaan talteen sinkkiä, kuparia ja kadmiumia sisältävä liuos (RL) ja johon myös syötetään happoa (H) sekä pasutetta (P), ja neutraaliliuotusvaiheesta (1) saatu kiintoaine (F) johdetaan mainittuun ferriittiseen käsittelyvaiheeseen (2), t u n n e t t u siitä, että neutraaliliuotusvaiheesta (1) saatu kiintoaine luokitetaan (3), jolloin hienompi jae syötetään ferriittien käsittelyvaiheeseen (2) ja karkeampi jae hienonnetaan hiertämällä, liuentamalla ja/tai jauhamalla sekä palautetaan prosessiin.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että korkeintaan 50 % ja edullisesti 30-40 % neutraaliliuotusvaiheesta (1) saadusta ferriittisestä kiintoaineesta erotetaan ja hienonnetaan (4 tai 6) ainakin hienomman jakeen raekokojakautumaan.
3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että karkeampi jae hienonnetaan mahdollisesti sekoitetussa leijukerrosreaktorissa (4) rikkihappopitoisen liuoksen avulla.
4. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että jauhamalla (6) hienonnettu jae palautetaan neutraaliliuotusvaiheeseen (1).
5. Patenttivaatimuksen 1, 2 tai 3 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että hienonnettu (4) jae johdetaan ferriittien käsittelyvaiheeseen (2).
6. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että jauhamalla (6) hienonnettu jae suspentoidaan paluuhappoon, luokitetaan (3a) ja ylite johdetaan ferriittien käsittelyvaiheeseen (2) kun taas alite palautetaan neutraaliliuotusvaiheeseen (1).
7. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että neutraaliliuotuksesta (1) saadun kiintoaineen

luokitus (3) suoritetaan siten, että erotuskohta on alueella 10-70  $\mu\text{m}$ , edullisesti 20-40  $\mu\text{m}$ .

8. Jonkin patenttivaatimuksista 4-7 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siittä, että osa liuoksesta erotetusta jarosiittipitoisesta sakasta (J") jauhetaan (6) yhdessä mainitun karkeamman jakeen kanssa.

#### Patentkrav

1. Hydrometallurgisk process för återvinning av zink, koppar och kadmium ur deras ferriter sålunda, att ferriterna behandlas under atmosfäriska förhållanden i en svavelsyrahaltig lösning i närvaro av kalium-, natrium- eller ammoniumjoner vid 80-105° C för utfällning av ferriternas järninnehåll som jarosit; åtminstone en del av det jarosithaltiga fasta materialet separeras från lösningen innan lösningen återföres till neutrallösningssteget (1), från vilken en lösning (RL) innehållande zink, koppar och kadmium återvinnes och vartill även syra (H) samt rostgoods (P) matas; och det fasta materialet (F) från neutrallösningssteget (1) ledes till nämnda behandlingssteg (2) för ferriterna; k ä n n e t e c k n a d av att det fasta materialet från neutrallösningssteget (1) klassificeras (3), varvid den finare fraktionen matas till behandlingssteget (2) för ferriterna och den grovare fraktionen finfördelas genom rivning, upplösning och/eller malning samt återföres till processen.

2. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a t av att högst 50% och fördelaktigen 30-40% av det ferritiska fasta materialet från neutrallösningssteget (1) separeras och finfördelas (4 eller 6) åtminstone till den finare fraktionens partikelstorleksfördelning.

3. Förfarande enligt patentkravet 1 eller 2, k ä n n e t e c k n a t av att den grovare fraktionen finfördelas i en eventuellt med blandning försedd virvelbäddsreaktor (4) medelst en svavelsyrahaltig lösning.

4. Förfarande enligt patentkravet 1 eller 2, k ä n n e t e c k n a t av att den genom malning (6) finfördelade fraktionen återföres till neutrallösningssteget (1).

5. Förfande enligt patentkravet 1, 2 eller 3, k ä n n e -  
t e c k n a t av att den finfördelade (4) fraktionen matas till  
behandlingssteget (2) för ferriterna.

6. Förfarande enligt patentkravet 1 eller 2, k ä n n e t e c k -  
n a t av att den genom malning (6) finfördelade fraktionen sus-  
penderas i retursyran, klassificeras (3a) och överloppet ledes  
till behandlingssteget (2) för ferriterna medan underloppet re-  
turneras till neutrallösningsteget (1).

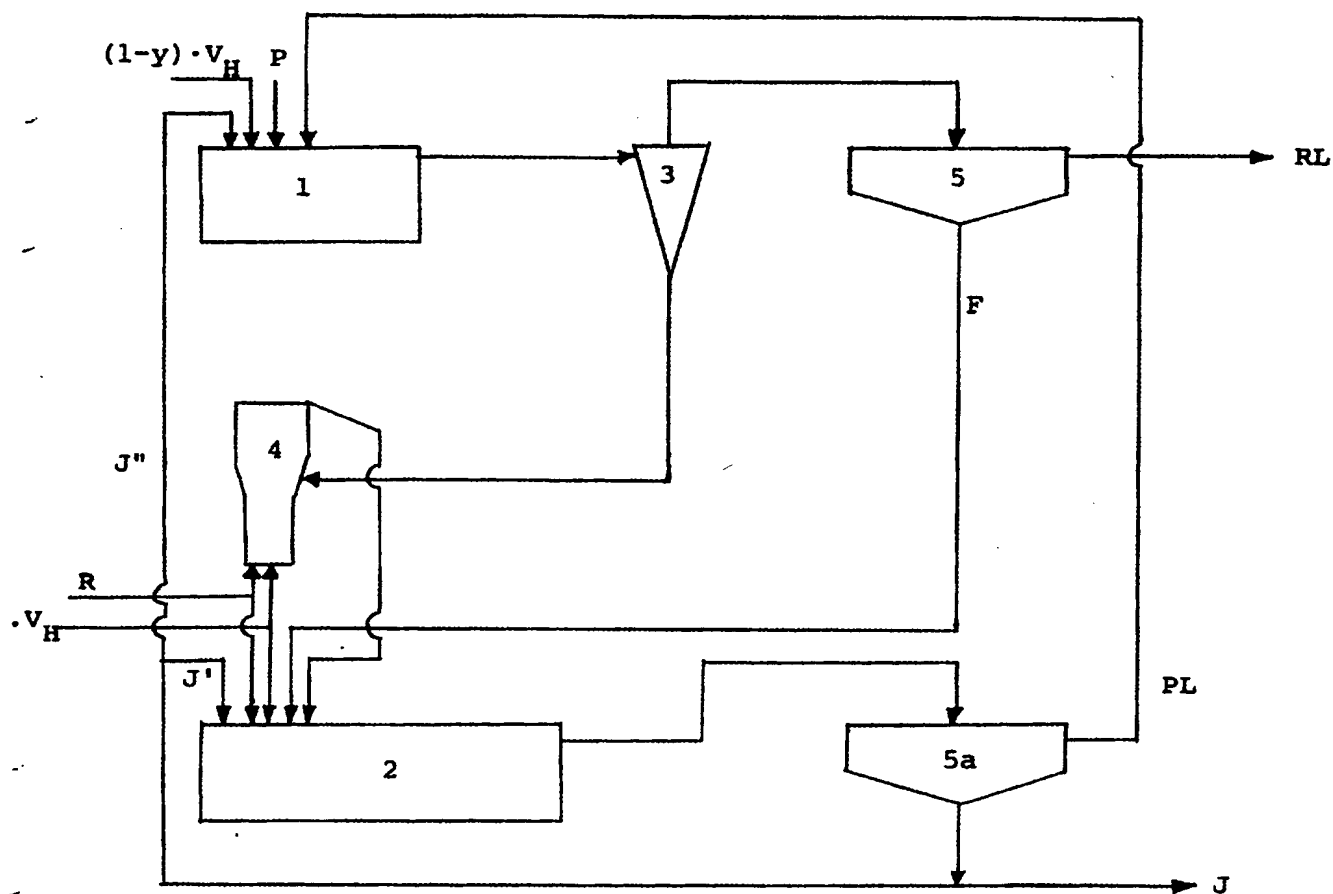
7. Förfarande enligt något av de föregående patentkraven,  
k ä n n e t e c k n a t av att klassificeringen (3) av det fasta  
materialet från neutrallösningsteget (1) utföres så, att se-  
parationspunkten ligger inom 10 och 70 mikrometer, lämpligen 20  
till 40 mikrometer.

8. Förfarande enligt något av patentkraven 4-7, k ä n n e -  
t e c k n a t av att en del av den jarosithaltiga fällningen  
(J") separerad från lösningen males (6) tillsammans med nämnda  
grövre fraktion.

Viitejulkaisuja-Anförda publikationer

-



*Fig 1*

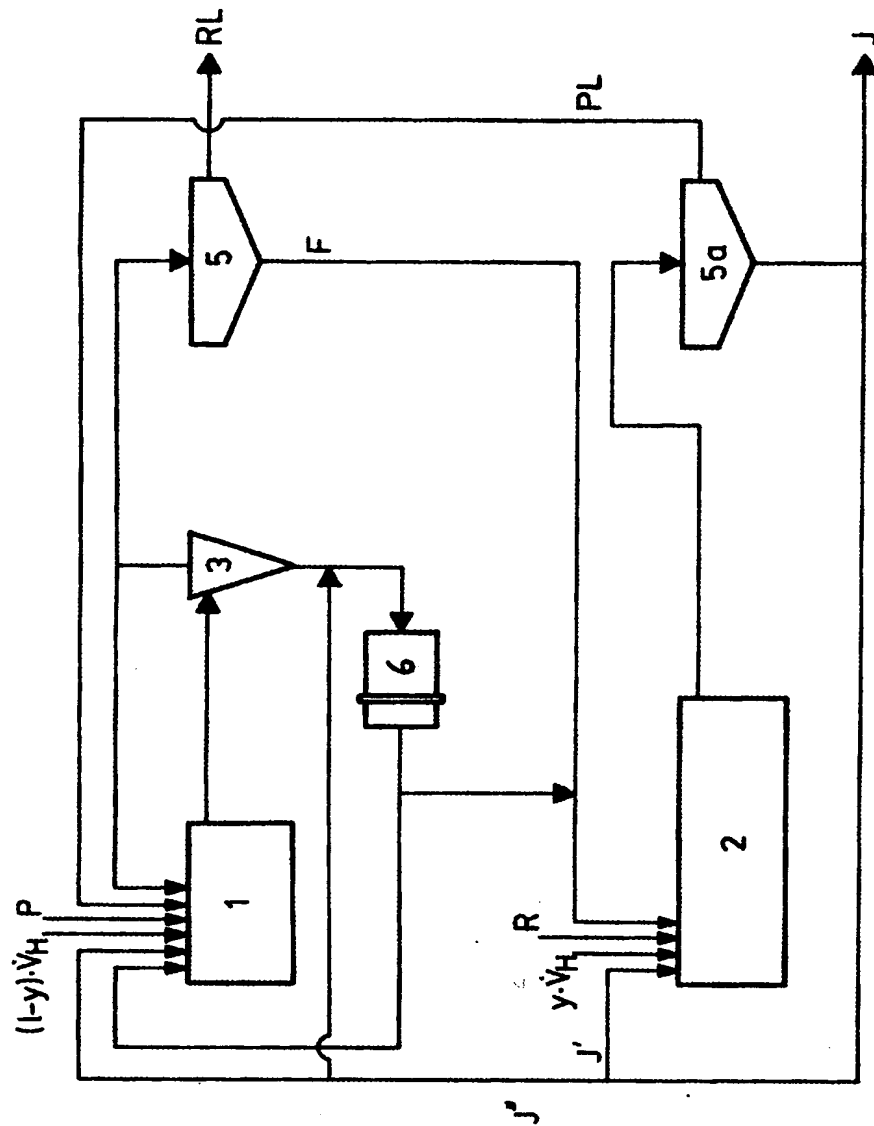


Fig. 2

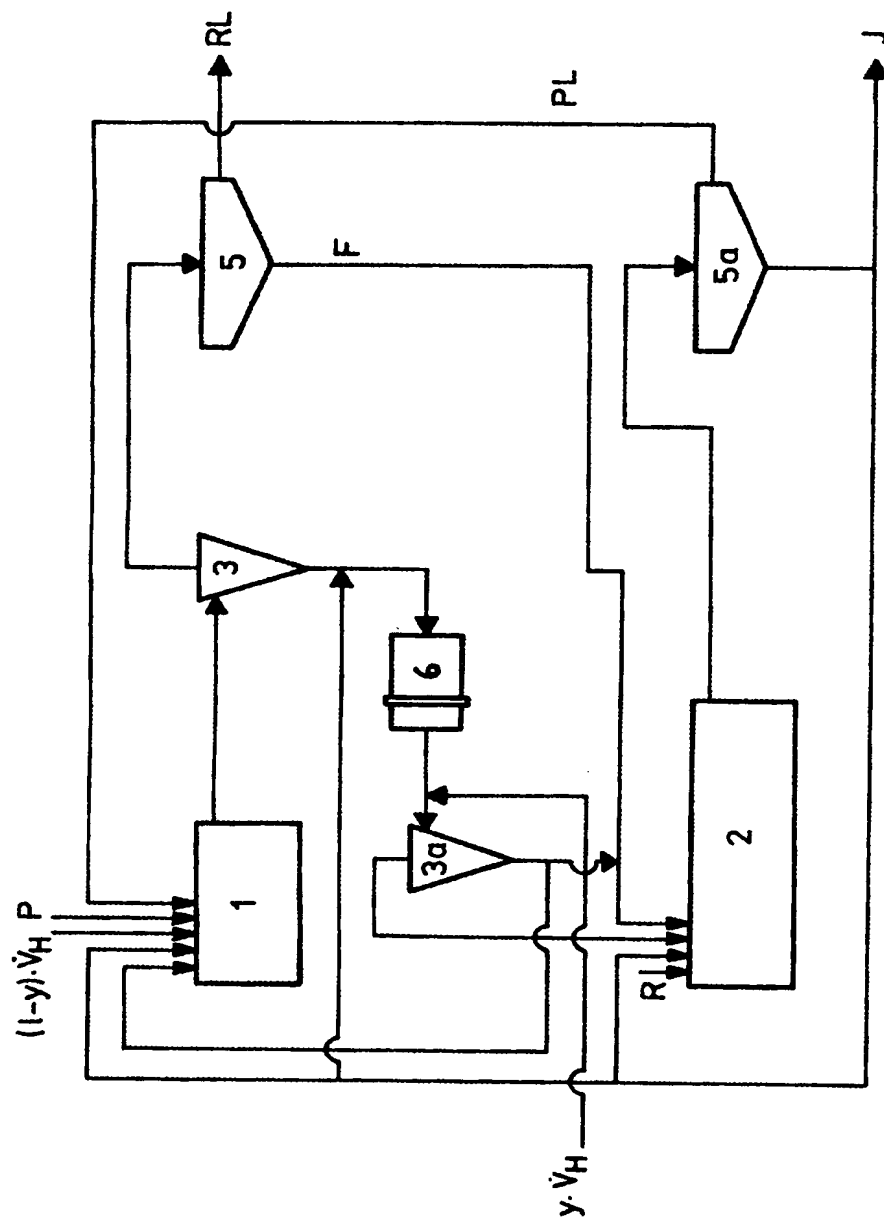


Fig. 3

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ ~~FADED TEXT OR DRAWING~~
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**